



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년01월21일

(11) 등록번호 10-1587700

(24) 등록일자 2016년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C22C 38/00* (2006.01) *C22C 38/58* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2013-0162732  
 (22) 출원일자 2013년12월24일  
 심사청구일자 2013년12월24일  
 (65) 공개번호 10-2015-0074695  
 (43) 공개일자 2015년07월02일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2009035782 A\*  
 KR1020130060658 A\*  
 KR100216683 B1  
 JP5156293B2  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**주식회사 포스코**  
 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)  
 (72) 발명자  
**최점용**  
 경북 포항시 남구 지곡로 303, 332동 405호 (지곡동, 지곡그린빌라)  
**백중수**  
 경북 포항시 남구 지곡로357번길 11-5, 스틸하우스 8호 (지곡동)  
 (74) 대리인  
**특허법인 신세기**

전체 청구항 수 : 총 4 항

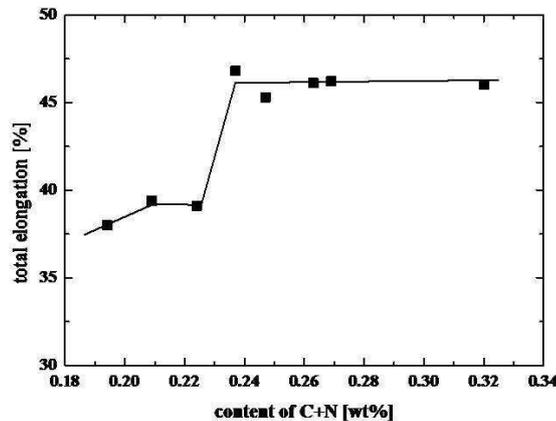
심사관 : 정상익

(54) 발명의 명칭 **린 듀플렉스 스테인리스강**

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 중량 %로, C: 0.028~0.1%, Si: 0.4~1.2%, Mn: 1.7~2.5%, Cr: 19~23%, Ni: 1.02~3.5%, Mo: 0.5~1.0%, N:0.161~0.29%, Cu: 0.39~1.0%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 C와 N의 함량은  $0.23 \leq C+N \leq 0.35$ 를 만족하며, 상기 Mn과 Si의 함량은  $1.4 \leq 0.5Mn + 1.5Si \leq 2.5$ 를 만족한다.

**대표도** - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

중량 %로, C: 0.028~0.1%, Si: 0.4~1.2%, Mn: 1.7~2.5%, Cr: 19~23%, Ni: 1.02~3.5%, Mo: 0.5~1.0%, N:0.161~0.29%, Cu: 0.39~1.0%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고,

상기 C와 N의 함량은  $0.23 \leq C+N \leq 0.35$ 를 만족하며,

상기 Mn과 Si의 함량은  $1.4 \leq 0.5Mn + 1.5Si \leq 2.5$ 를 만족하는 성형성이 향상된 린 듀플렉스 스테인리스강

#### 청구항 2

청구항1에 있어서,

진변형률 0.2에서 형성되는 소성 유기 마르텐사이트상의 부피 분율이 5%이상인 성형성이 향상된 린 듀플렉스 스테인리스강

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

청구항 1 또는 2에 있어서,

연신을 45% 이상인 성형성이 향상된 린 듀플렉스 스테인리스강

#### 청구항 5

청구항 1 또는 2에 있어서,

냉연소둔온도가 1000~1100℃인 것을 특징으로 하는 성형성이 향상된 린 듀플렉스 스테인리스강

## 발명의 설명

### 기술분야

[0001]

본 발명은 린 듀플렉스 스테인리스강에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연신을 및 내식성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002]

일반적으로 가공성과 내식성이 양호한 오스테나이트계 스테인리스강은 철(Fe)을 소지금속으로 하여 크롬(Cr), 니켈(Ni)을 주원료로 함유하고 있다. 그리고, 오스테나이트계 스테인리스강은 몰리브덴(Mo) 및 구리(Cu) 등의 기타 원소들을 첨가시켜 각종 용도에 맞는 다양한 강종으로 개발되고 있다.

[0003]

이러한 오스테나이트계 스테인리스 강종은 내식성 및 내공식성이 우수한 강종으로서, 저탄소이면서 중량%로 8% 이상의 Ni 성분을 함유하고 있어 Ni 가격 상승에 따른 원가의 변동폭이 커 가격이 불안정하여 경쟁력이 떨어진다는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 Ni 함량을 낮추면서 오스테나이트계 스테인리스 강종과 동등 이상의

내식성을 확보할 수 있는 새로운 강종의 개발을 위하여 철강업계에서는 노력하고 있다.

- [0004] 듀플렉스 스테인리스 강은 오스테나이트 상과 페라이트 상의 혼합물로 구성되는 미세조직을 가지는 스테인리스 강으로서, 오스테나이트계와 페라이트계의 특징을 모두 나타내고 있다. 현재까지 다양한 듀플렉스 스테인리스 강이 제안되어 왔으며, 일례로 미국 특허 제5,624,504호 및 제6,096,441호 등이 있다. 고내식 환경에서 사용되는 듀플렉스 스테인리스강 중 하나는 명목상 22%Cr, 5.5%Ni, 3% Mo, 0.16%N 성분으로 구성된 Allegheny Ludlum의 A12205(UNS S 31803 또는 S32205)가 있다.
- [0005] 그러나, 이러한 듀플렉스 스테인리스강은 Ni, Mo 등의 고가 원소를 포함하고 있는바, 제조 비용이 상승되어 타 강종과의 가격 경쟁력이 감소되는 단점이 존재한다.
- [0006] 최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위해, 듀플렉스 스테인리스 강 중에서도 Ni 및 Mo 등의 고가 합금 원소를 배제하고, 이들 원소를 대신하여 저원가의 합금원소를 첨가함으로써 합금 비용의 장점을 더욱 향상시킨 린 듀플렉스 스테인리스강(lean duplex stainless steel)에 대한 관심이 증대되고 있다.
- [0007] 린 듀플렉스 스테인리스강은 종래 오스테나이트계 스테인리스강으로 대별되는 304, 316강과 동등한 내식성을 확보하면서 Ni 함량이 적어 경제적이면서도 고강도 확보가 용이하여 내식성을 필요로 하는 담수 설비, 펄프, 제지, 화학설비 등 산업 설비용 강재로 각광받고 있다.
- [0008] 이러한 린 듀플렉스 스테인리스강은 일본공개특허 제1986-0562637(1986.3.20.), W01996-018751호(1996.6.20.), W02002-027056(2002.4.4.)에 개시되어 있다.
- [0009] 이들 린 듀플렉스 스테인리스강은 내식성 강화 위주의 강으로서 특정 적용 분야에서 요구하는 내식성을 충족시키며, 특히 응식 부식 균열(stress corrosion cracking)에 대한 저항성이 우수한 반면에, 가공성 관련 인자인 연성이 오스테나이트계 스테인리스강보다 열위하여, 성형 및 절곡 등을 요구하는 산업분야에 응용되기에는 한계를 가지고 있다.
- [0010] 따라서, 이들 고가 원소를 배제하여 제조 원가를 절감하면서도 304, 304L 및 316강 대비 동등 이상 수준의 내식성을 확보하고, 가공성을 향상시켜 다양한 성형 가공분야에서 응용할 필요성이 있는 바, 성형 가공성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 개발이 필요하다.
- [0011] 상기한 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0012] (특허문헌 0001) 미국등록특허 제5624504호(1997.4.29.)
- (특허문헌 0002) 미국등록특허 제6096441호(2000.8.1.)
- (특허문헌 0003) 일본공개특허 제1986-0562637(1986.3.20.)
- (특허문헌 0004) W01996-018751호(1996.6.20.)
- (특허문헌 0005) W02002-027056(2002.4.4.)
- (특허문헌 0006) 한국공개특허 제2006-0074400호(2006.7.30.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0013] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명은 린 듀플렉스강의 성분을 조정하여 냉간 가공시 오스테나이트가 소성 유기 마르텐사이트로 변태되도록 제어하여 연신율을 45%이상 확보함과 동시에 316강 수준의 내식성을 유지함으로써 가공성을 향상시키고, 고가 합금원소를 크게 절약할 수 있는 린 듀플렉스 스테인

리스강을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0014] 위 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 중량 %로, C: 0.028~0.1%, Si: 0.4~1.2%, Mn: 1.7~2.5%, Cr: 19~23%, Ni: 1.02~3.5%, Mo: 0.5~1.0%, N:0.161~0.29%, Cu: 0.39~1.0%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 C와 N의 함량은  $0.23 \leq C+N \leq 0.35$ 를 만족하며, 상기 Mn과 Si의 함량은  $1.4 \leq 0.5Mn + 1.5Si \leq 2.5$ 를 만족한다.
- [0015] 상기 린 듀플렉스 스테인리스 강은 진변형률 0.2에서 형성되는 소성 유기 마르텐사이트상의 부피 분율이 5%이상일 수 있다.
- [0016] 삭제
- [0017] 상기 린 듀플렉스 스테인리스 강은 연신율 45% 이상일 수 있다.
- [0018] 상기 린 듀플렉스 스테인리스 강은 냉연소둔온도가 1000~1100℃일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명에 의한 린 듀플렉스 스테인리스강에 따르면, 고가 원소인 Ni, Si, Cu, Mo의 합금 성분 함량 및 N의 함량을 조절함으로써 제조원가를 최소화하면서도, 316강 대비 동등 수준 이상의 내식성 및 연신율을 확보할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0020] 도 1은 C+N의 함량에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강의 연신율의 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 2는 통상의 인장속도( $6.6 \times 10^{-3}$ /s)에서 진변형률에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강의 가공경화지수의 변화를 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 저속의 인장속도( $1.0 \times 10^{-3}$ /s)에서 0.5Mn+1.5Si에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강의 연신율의 변화를 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0021] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0022] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 성형성이 향상된 린 듀플렉스 스테인리스강에 대하여 설명하기로 한다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 중량%로 C: 0.028~0.1%, Si: 0.4~1.2%, Mn:

1.7~2.5%, Cr: 19~23%, Ni: 1.02~3.5%, Mo: 0.5~1.0%, N:0.161~0.29%, Cu: 0.39~1.0%, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 바, 이하에서는 수치 한정 이유에 대하여 설명한다. 이하에서 함량은 특별한 기재가 없는 한, 중량%를 의미한다.

[0025] C: 0.028~0.1%

[0026] 탄소(C)는 오스테나이트상을 형성하는 원소로서 고용 강화에 의한 강도 증가에 유효한 원소이다. 하지만, 과다 첨가시 소재의 중심부에 편석 및 조대한 탄화물을 형성하여 후공정인 열간압연-소둔-냉간압연-냉연소둔 공정에 악영향을 끼치고, 페라이트-오스테나이트 상 경계에서 내식성에 유효한 Cr과 같은 탄화물 형성 원소와 쉽게 결합하여 결정립계 주위의 Cr함량을 낮추는 내부식성을 감소시킬 수 있으며, 냉간 가공시 오스테나이트상에서 형성된 소성 유기 마르텐사이트상이 가공경화에 기여하기 위해서는 일정량 이상이 필요하므로 탄소(C)의 함량은 0.028~0.1%로 한정한다.

[0027] Si: 0.4~1.2%

[0028] 규소(Si)는 탈산효과를 위하여 일부 첨가되며, 페라이트상 형성 원소로 소둔 열처리시 페라이트에 농화되는 성분이므로 적절한 페라이트 상 분율을 확보하기 위해 0.4% 이상 첨가되어야 한다. 그러나, 규소(Si)의 함량이 1.2%를 초과하는 경우 페라이트 상의 경도를 급격히 증가시켜서 연신율을 저하시키며, 연신을 확보영 영향을 미치는 오스테나이트 상의 확보를 어렵게 한다. 그리고 가공시에 오스테나이트 상에서 소성 유기 마르텐사이트 상보다는 기계적 쌍정을 증가시켜 가공경화에 대한 기여도를 감소시키게 된다. 또한, 과다 첨가시 제강 공정에서 슬래그의 유동성을 감소시키고, 산소와 결합하여 개재물을 형성시켜 내식성을 저하시키게 된다. 따라서, 규소(Si)의 함량은 0.4~1.2%로 한정한다.

[0029] Mn: 1.7~2.5%

[0030] 망간(Mn)은 용탕 유동도의 조절하고 탈산제 및 질소의 고용도를 증가시키는 성분에 해당하며 오스테나이트 상 형성 성분으로 고가의 Ni을 대체하여 첨가된다. 망간(Mn)의 함량이 1.7% 미만의 경우 오스테나이트 상 형성 원소인 Ni, Cu, N등을 조절하여도 적절한 오스테나이트 상 분율 확보가 어려워질 수 있으며, 망간(Mn)의 함량이 2.5%를 초과하는 경우 316강 수준의 내식성이 어려워지며, 강 중의 S와 결합하여 MnS를 형성하여 내식성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 열간가공성도 나빠질 수 있다. 따라서, 망간(Mn)의 함량을 1.7~2.5%로 한정한다.

[0031] Cr: 19.0~23.0%

[0032] 크롬(Cr)은 Mo, Si와 함께 페라이트 안정화 성분으로 듀플렉스 스테인리스 강의 페라이트 상 확보의 주된 역할을 할 뿐만 아니라, 내식성 확보를 위한 필수 원소이다. 크롬(Cr)의 함량을 증가시키면 내식성이 증가하나 상분율 유지를 위해 고가의 Ni의 함량도 비례적으로 증가되어야 하므로 린 듀플렉스 스테인리스강의 상분율을 유지하면서 적절한 내식성을 확보하기 위해서 크롬(Cr)의 함량을 19~23%로 한정한다.

[0033] Ni: 1.02~3.5%

[0034] 니켈(Ni)은 Mn 및 N와 함께 오스테나이트 상 안정화 성분으로 듀플렉스 스테인리스 강의 오스테나이트 상의 상분율 확보에 주된 역할을 하는 성분이다. 원가절감을 위해 니켈(Ni)의 함량 감소는 다른 오스테나이트 상 형성 원소인 Mn과 N의 함량 증가로 상쇄될 수 있으나, 과도하게 니켈(Ni)의 함량을 감소시키는 경우 Mn 및 N의 과다 함유로 오히려 내식성 및 열간가공성 감소 또는 Cr 및 Mo의 함량 감소로 인하여 내식성 확보가 곤란할 수 있다. 따라서, 니켈(Ni)의 함량은 1.02~3.5%로 한정한다.

[0035] Mo: 0.5~1.0%

[0036] 몰리브덴(Mo)은 Cr과 같이 페라이트 안정화 성분이며 동시에 강력한 부식저항성 향상 성분이다. 매우 고가의 성분으로서 함량이 과다할 경우 생산비용의 증가뿐 만 아니라, 열처리에 쉽게 시그마상을 형성하여 내식성 및 충격인성을 저하시키는 단점이 있다. 따라서, 제조원가의 절감과 적절한 내식성 확보를 위해 몰리브덴(Mo)의 함량은 0.5~1.0%로 한정한다.

[0037] N: 0.161~0.29%

[0038] 질소(N)은 듀플렉스 스테인리스강에서 Ni와 함께 오스테나이트 상의 안정화에 크게 기여하는 원소로, 소둔 열처리시 오스테나이트상에 농화되는 성분 중에 하나이다. 따라서 질소(N)의 함량을 증가시킴으로써 부수적으로 내식성 향상 및 강도 향상을 꾀할 수 있으나, 첨가된 Mn의 함량에 따라 질소(N)의 고용도가 변화할 수 있으므로 그 함량 조절이 필요하다. 본 발명의 Mn 범위에서 질소(N) 함량이 0.25%를 초과하면 질소 고용도 초과에 의해 주조시 블로우 홀(blow hole) 및 핀 홀(pin hole) 등이 발생하여 제품의 표면 결함이 일어날 수 있다. 질소(N)의 함량이 너무 낮으면 적절한 오스테나이트 상 분율 확보가 곤란해지며, 가공시에 형성된 소성 유기 마르텐사이트의 경도가 감소하여, 연신율을 향상시키기 위한 가공경화 개선이 미미해질 수 있다. 따라서, 질소(N)의 함량은 0.161~0.29%로 한정한다.

[0039] Cu: 0.39~1.0%

[0040] 구리(Cu)는 Ni, Mn 및 N와 같이 오스테나이트 상을 안정화시키는 원소로 알려져 있으며, 황산 분위기에서 스테인리스강의 내식성을 증가시키게 된다. 다만, 과도하게 첨가될 경우 공식저항성 및 열간가공성을 저하시킬 수 있으므로 구리(Cu)의 함량을 0.39~1.0%로 한정한다.

[0041] 본 발명에 따른 성분 조성범위에 대한 린 듀플렉스 스테인리스강의 냉간압연 시편을 준비하여 냉연소둔온도 1000~1100℃에서 소둔 후 인장시험 속도를 변화시키면서, 소재가 연신되는 정도를 측정하였다. 표1에는 본 발명의 대상강종인 린 듀플렉스 스테인리스 강의 조성을 나타내었다. 여기서 316급의 내식성 확보에 영향을 주는 Cr은 20.5~21.5%, Mo는 0.5~0.8% 범위로 고정하였다.

[0042] 또한, 각 강종에 따라 오스테나이트상의 부피 분율, 연신율 및 소성 유기 마르텐사이트상의 부피 분율을 표2에 나타내었다.

표 1

	C	Mn	Ni	Cu	Si	N	Cr	Mo
비교강 1	0.030	1.81	2.10	0.71	0.719	0.164	20.5 ~ 21.5	0.5 ~ 0.8
비교강 2	0.080	1.81	1.50	0.41	1.41	0.176		
비교강 3	0.078	2.90	2.50	0.39	0.407	0.192		
비교강 4	0.081	2.85	2.48	0.39	1.38	0.172		
비교강 5	0.079	2.81	1.48	0.40	1.41	0.165		
비교강 6	0.026	2.80	2.53	0.4	0.400	0.192		
비교강 7	0.027	2.81	1.57	0.40	0.390	0.192		
비교강 8	0.031	2.10	2.09	0.28	0.400	0.178		
비교강 9	0.027	2.11	2.04	0.68	0.400	0.200		
발명강 1	0.076	1.77	1.50	0.40	0.687	0.161		
발명강 2	0.078	1.79	1.02	0.39	0.706	0.169		
발명강 3	0.081	2.22	2.50	0.41	0.429	0.188		
발명강 4	0.081	2.20	1.48	0.41	0.427	0.181		
발명강 5	0.028	1.70	2.09	0.71	0.680	0.217		
발명강 6	0.05	1.71	2.09	0.71	1.0	0.29		

표 2

	C+N (wt%)	0.5Mn+1.5Si (wt%)	오스테나이트상 분율(%)	연신율(%) (6.6X10 <sup>-3</sup> /s)	연신율(%) (1.0X10 <sup>-3</sup> /s)	소성 유기 마르텐사이트 양 (%)
비교강 1	0.194	1.98	43.5	38	46.7	-
비교강 2	0.256	3.02	46.4	40.4	56.3	2
비교강 3	0.270	2.0605	65.9	42.4	54.4	3.2
비교강 4	0.253	3.495	59.8	40.3	50.5	-
비교강 5	0.244	3.52	46.9	38.7	48.8	-
비교강 6	0.218	2	56.4	40.7	52.7	-
비교강 7	0.219	1.99	44	39.3	47.1	-
비교강 8	0.209	1.65	49.1	39.4	57	3
비교강 9	0.227	1.655	52.5	39.1	57.7	3.5

발명강 1	0.237	1.9155	47.9	46.8	68.3	12
발명강 2	0.247	1.954	44.1	45.4	70	11.5
발명강 3	0.269	1.7535	45	46.2	71.1	10.6
발명강 4	0.263	1.7405	53.4	46.1	69.7	13
발명강 5	0.245	1.45	50.9	46.5	70.1	12.8
발명강 6	0.245	2.355	48.2	46	65	14

[0045] 도1은 C+N의 함량에 따른 냉간압연 시편의 연신율의 변화를 나타낸 그래프이다. 도1에 도시된 바와 같이, C+N의 함량이 중량%로 0.23이상인 경우에 약45% 이상의 연신율을 값을 가지는 것을 알 수 있다. 본 발명에 따른 린 듀플렉스 스테인리스 강에서 오스테나이트상 형성 원소로 알려진 Ni, Cu의 성분 변화는 연신율 및 소성 유기 마르텐사이트 상 형성 거동에 거의 영향을 주지 않으나, C+N의 함량 변화는 연신율 변화에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다.

[0046] C+N의 값이 0.23 미만인 경우에는 비록 오스테나이트 상이 가공에 의해 마르텐사이트를 형성하더라도, 형성된 마르텐사이트의 강도가 부족하여 가공시 충분한 가공경화 기여가 부족하여 넥킹 억제가 원하는 수준의 연신율을 확보할 수 없게 된다. C+N의 값이 0.35를 초과하는 경우 연신율 향상이 미미할 뿐 만 아니라, 질소 고용도 초과에 의해 주조시 블로우홀(blow hole) 및 핀홀(pin hole) 등이 발생하거나, 탄화물이 편석되어 압연 및 소둔 공정에 악영향을 끼칠 수 있다.

[0047] 이 때, 냉연소둔온도는 1000~1100℃인 것이 바람직하다.

[0048] 이와 같이 C+N의 함량범위와 소둔 조건을 만족하는 경우, 통상의 인장 속도(6.6.10<sup>-3</sup>/s)에서 도1에 도시된 C+N에 따른 연신율의 변화를 보면 45% 이상을 연신율을 갖는 냉연 소둔재를 얻을 수 있다.

[0049] 한편, 인장속도가 느린 경우(1.0 X 10<sup>-3</sup>/s) 가공경화지수를 나타내면 도2와 같이 크게 두 형태로 나누어 진다. 즉 비교강 1과 같이 변형양에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내는 경우와, 본 발명의 범위에 있는 강처럼, 변형의 초기에는 일정한 가공경화 지수를 나타내다가, 약 0.25 변형량 이상에서 가공경화지수의 급격한 증가가 발생한다. 이는 인장 변형시 오스테나이트에서 형성된 소성 유기 마르텐사이트상이 가공경화에 기여하기 때문이다. 도2의 결과로부터 변형 중 형성되는 소성 유기 마르텐사이트상이 가공경화를 일으켜, 넥킹을 억제하여 연신율을 향상 시키는 것을 알 수 있다. 인장 변형율에 따른 마르텐사이트상의 분율을 확인한 결과, 진변형율 0.2에서 소성 유기 마르텐사이트의 분율이 5%되는 경우, 표2에 나타낸 것처럼 통상의 인장속도에서 45% 이상의 연신율을 확보 함을 알 수 있다.

[0050] 한편, 인장속도가 느린 경우(1.0 X 10<sup>-3</sup>/s), 도3에 나타낸 바와 같이 충분한 소성 유기 마르텐사이트상이 발생하는 Si, Mn의 영향을 조사한 결과, Mn 및 Si의 함량이 하기 식을 만족하는 경우에 연신율이 60%이상을 나타내는 것을 확인하였다.

[0051]  $1.4 \leq 0.5Mn + 1.5Si \leq 2.5$

[0052] 즉 비록  $0.23 \leq C+N \leq 0.35$ 의 범위를 만족하여도, 인장속도, 1.0x10<sup>-3</sup>/s, 의 인장속도에서 소성 유기 마르텐사이트상이 형성되지 않아서, 연신율이 60% 이하가 되는 경우가 발생할 수 있다. 통상의 인장속도에서 45% 이상의 연신율을 확보하기 위해서는 1.0x10<sup>-3</sup>/s의 인장속도에서는 60%이상의 연신율의 확보가 필요하다.(표2참조)

[0053] 상기와 같이 본 발명에 따른 린 듀플렉스 스테인리스 강은 N 및 Mo의 소량 함유로 인하여 일반적인 오스테나이트계 스테인리스강인 316강 대비 동등 수준 이상의 내식성을 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 316강 동등 수준의 연신율을 확보할 수 있다.

[0054] 따라서, 본 발명에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 연신율이 우수하여 316강의 대체 용도로 사용이 가능하므로, 예를 들면, 부식환경 또는 성형용 일반 제품에 사용될 수 있다. 그리고, 스트립(strip), 바(bar), 플레이트(plate), 시트(sheet), 파이프(pipe), 또는 튜브(tube)와 같은 제품으로 제조되어 이용할 수 있다.

[0055]

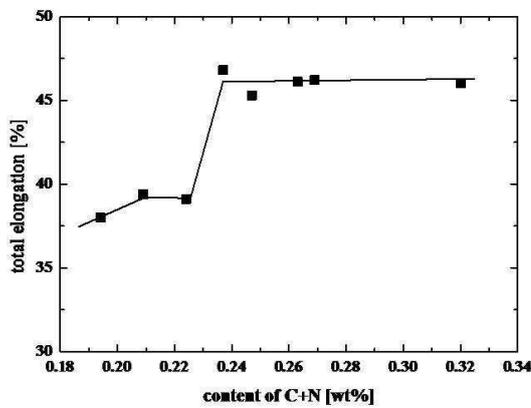
이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0056]

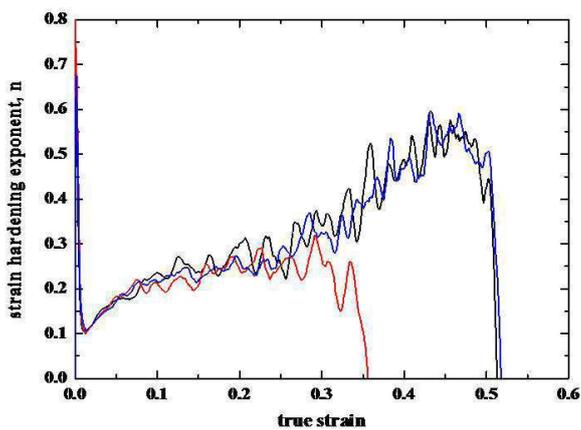
그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1



도면2



도면3

